

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10284297
 PUBLICATION DATE : 23-10-98

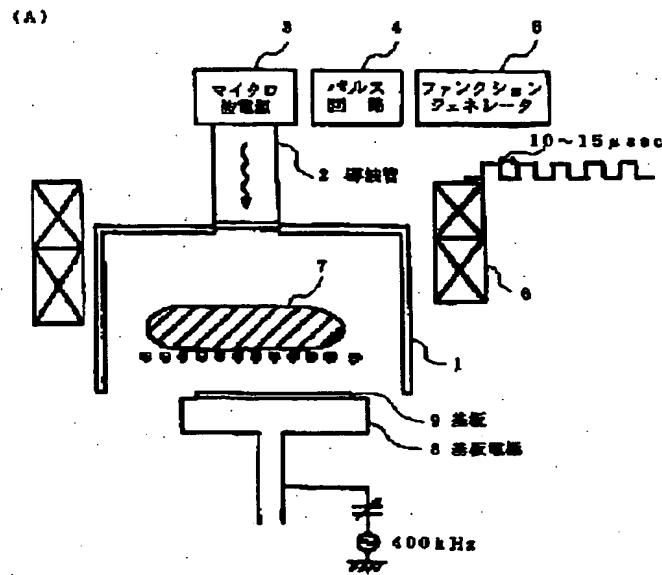
APPLICATION DATE : 01-04-98
 APPLICATION NUMBER : 10088491

APPLICANT : NEC CORP;

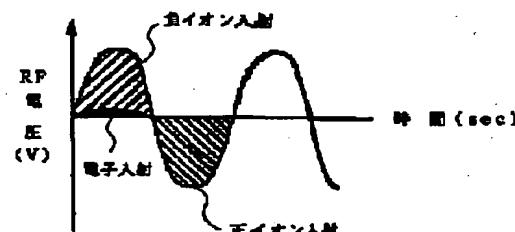
INVENTOR : SAGAWA SEIJI;

INT.CL. : H05H 1/46 C23F 4/00 H01L 21/3065

TITLE : PLASMA PROCESSING METHOD AND DEVICE



(B)



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma processing method, reducing damage to a device caused by accumulation of charge on a substrate surface, and compatibly performing high-speed, anisotropic etching.

SOLUTION: A high frequency electric field for a discharge is pulse modulated in 10 to 100 μ seconds to produce a plasma 7, and an RF electric field of 600 kHz or less is applied to a substrate electrode 8 in the plasma. In a normal continuous plasma discharge, negative ions are produced less than about 10% of positive ions and rise to the same degree as the positive ions when in an afterglow plasma. Then, when an RF electric field of 600 kHz or less is applied, ions of heavy masses are also accelerated sufficiently following said ions, and the positive and negative ions impinge on the substrate surface, each by half a cycle. Therefore charge accumulation is suppressed and not only the positive but also negative ions can contribute to etching, resulting in increased etching speed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(51) Int.Cl.⁶
 H 05 H 1/46
 C 23 F 4/00
 H 01 L 21/3065

識別記号

F I
 H 05 H 1/46
 C 23 F 4/00
 H 01 L 21/302

B
 D
 A

審査請求 有 請求項の数6 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平10-88491
 (62)分割の表示 特願平7-115655の分割
 (22)出願日 平成7年(1995)5月15日

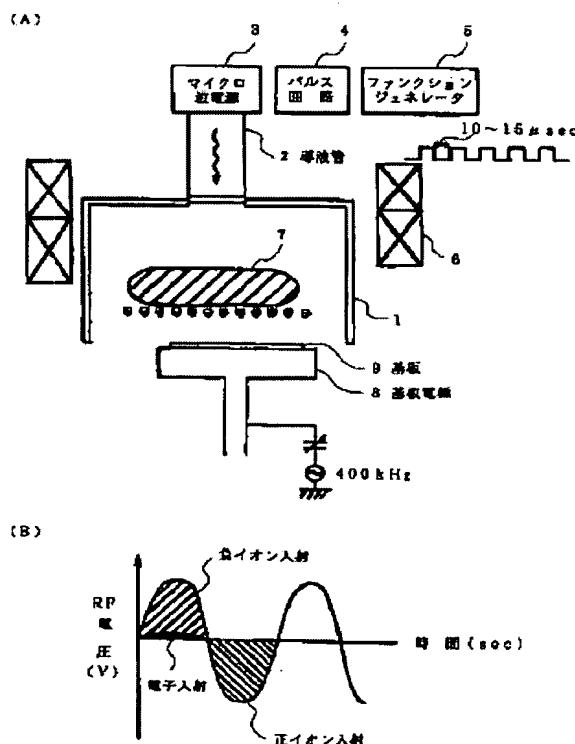
(71)出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (72)発明者 寒川 誠二
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内
 (74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 プラズマ処理方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 基板表面への電荷蓄積によるデバイスへのダメージを抑制し、かつ高速・異方性エッティングを両立して行うプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】 放電用の高周波電界を10~100μ秒でパルス変調してプラズマを生成し、プラズマ中の基板電極へ600kHz以下のRF電界を印加する。通常の連続プラズマ放電中では正イオンの10%未満程度の負イオンが生成され、負イオンはアフターグローブラズマ中では正イオンと同程度まで上昇する。この時600kHz以下のRF電界を印加すると質量の重いイオンも十分追従して加速され、基板表面に正イオン・負イオンが半周期ずつ入射する。従って電荷蓄積が抑制され、正イオンだけでなく負イオンもエッティングに寄与でき、エッティング速度が高められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】プラズマ生成室内で高周波によって発生する電場を利用して処理ガスをプラズマ化し、該プラズマを基板に照射して基板処理を行うプラズマ処理方法において、パルス停止時間を10～100μ秒の範囲として放電用高周波電界をパルス変調するとともに、該プラズマ中に設置された基板電極へ600kHz以下のRF電界を印加することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】プラズマ生成室内で高周波によって発生する電場を利用して処理ガスをプラズマ化し、該プラズマを基板に照射して基板処理を行うプラズマ処理方法において、パルス停止時間を10～100μ秒の範囲として放電用高周波電界をパルス変調することにより該パルス停止時間中のプラズマのアフターグローにおいて負イオンを生成し、かつ該プラズマ中に設置された基板電極へ600kHz以下のRF電界を印加することによりプラズマ中の正及び負のイオンを該RF電界の半周期ずつ交互に基板に入射させることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項3】前記正及び負のイオンを基板に入射させることにより、基板への電荷蓄積を防止しつつ基板処理をおこなう請求項2記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】放電用高周波電界のパルス変調デューティ比を10%以下とすることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】前記処理ガスとして塩素を用い、ポリシリコンのエッチングをおこなう請求項1から4のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】プラズマ生成室内に高周波を発生するための電源と、磁場をかける手段と、前記高周波を10～100μ秒の範囲にパルス停止時間を設定してパルス変調するためのパルス回路と、プラズマ生成室の基板電極に600kHz以下のRF電界を印加するRF電源を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、表面処理に関し、特に高周波電界を利用して生成したプラズマを用いて基板表面の処理を行うプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種のマイクロ波プラズマエッチング装置として、図7(A)に示すものがある。例えば特開昭56-155535号公報、特開昭60-134423号公報参照。この装置はマイクロ波608による電子サイクロトロン共鳴放電中にエッチング試料614をセットし、該試料に800kHz～13.56MHzの基板バイアスを印加してエッチング処理を行うものである。図7(B)はこのときのRF電圧と電子およびイオン入射領域を示す図である。特開平4-10378

3号公報には、高速・異方性エッチングを行いかつエッティング速度を均一にするために基板の処理をECR共鳴光で行いかつ基板バイアス電圧に100～600kHzの高周波を印加してエッチングするためのESRプラズマエッティング装置が記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来の技術においては基板表面への電荷蓄積が生じ、高速性・異方性とダメージの抑制の両立が難しいという問題点がある。

【0004】本発明は、このような従来の問題点を解決するためになされたものである。パルス変調プラズマを用いることでプラズマ中の負イオン密度を増加させ、かつイオンが追従できる低周波数バイアスを印加することで、基板に交互に正イオンと負イオンを入射させることで電荷蓄積を抑制すると共により一層の高速・異方性エッティングを両立できることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、プラズマ生成用高周波をパルス停止時間を10～100μ秒の範囲としてプラズマ生成用高周波をパルス変調し、かつ該プラズマ中に設置した基板に600kHz以下のバイアスを印加することを特徴とするプラズマ処理方法とその装置である。

【0006】(作用) 本発明では、パルス停止時間を10～100μ秒に設定してプラズマをパルス変調することにより、プラズマ中の負イオンを連続放電に比べ圧倒的に増加させることができる。これは、負イオンがアフターグロー中で効率よく生成され、その生成時間が10～100μ秒程度であることによる。この時、600kHz以下のRF電界を該プラズマに印加すると図1(B)に示すように質量の重い正・負イオンがRF電界に追従して基板に加速され半周期ずつ交互に入射することになる。これにより、基板表面での電荷蓄積は抑制され、また、正イオンばかりでなく加速されて入射した負イオンによってもエッチングが進むので、エッチング速度の上昇が期待できる。また、磁場を用いたプラズマで顕著に表れる電子とイオンの運動の違いから生じるダメージや異常エッチングを抑制することができる。

【0007】このようにして表面での電荷蓄積によるデバイスへのダメージを抑制できるとともに、高速かつ異方性エッティングを両立して行うことができる。

【0008】

【発明の実施の形態】図1(A)は本発明を説明するための装置の第一の実施例である。本装置は、マイクロ波電界とコイル6による磁界によりプラズマ7を生成するプラズマ生成室1と基板搬送室3とが互いに隣接するよう構成されている。このプラズマ生成室にはプラズマを生成するためのガスを導入するガス系が接続されるとともに、2.45GHz程度のマイクロ波を導入する導波

管2が設置されている。マイクロ波電源3からの導入マイクロ波はパルス回路4とファンクションジェネレータ5により10~50μ秒にパルス変調され、プラズマ生成室に設置された基板ホルダ部8の基板9には400kHzのバイアスが印加されている。図1(B)はRF電圧とイオン及び電子の入射の関係を示す図である。

【0009】図2は酸素プラズマにおけるアフターグロープラズマ中の負イオン生成量の時間変位を示す。RFパワー0.90kW、酸素圧0.47Paの条件で負イオンはパワーOFF(T=1.5.0msの時点)後数μ秒程度から生成し、30μ秒程度で最大値をもつ。このことから、10~50μ秒のパルス変調プラズマにより負イオン生成が効率よくなされることがわかる。

【0010】図3は窒素プラズマ中に設置された基板に印加する高周波周波数と基板上に生成されるバイアス電圧(基板シース電圧)の関係を示す。600kHz以下での周波数になると基板上にバイアス電圧が生じなくなることがわかる。これは、正イオンがバイアス周波数に追従しイオンと電子が基板に交互に入射するためである。すなわち、イオンが周波数に追従できるのは600kHz以下での周波数であることがわかる。

【0011】この実施例から10~50μ秒のパルス変調プラズマにより正・負イオンを効率よく生成し、その正負イオンを600kHz以下の低周波バイアスにより基板に効率よく交互に入射させることが可能となる。

【0012】また、本発明は放電周波数に依存することなく適用でき、さらに、基板バイアスもパルス変調することで基板に入射するバイアス電圧を時間制御でき、より高精度なエッチングが実現できる。

【0013】第二の実施例について説明する。図4に塩素プラズマ中のアフターグロー中に発生する負イオンの時間変位を示す。パルスOFF時間が100μ秒程度まで負イオンが生成していることがわかる。

【0014】この時、600kHzのRFバイアスを基板に印加した場合のポリシリコンエッチング速度及び均一性を図5に示す。放電停止時間が100μ秒程度まで長くなるにつれてエッチング速度が上昇し、エッチング均一性が改善されることがわかる。これは、放電停止時に発生する負イオンによってプラズマボテンシャルが均一化され、かつ、負イオンが基板に入射してエッチングに寄与するためである。このことから、100μ秒程度の放電停止時間が有効であることがわかった。

【0015】図6はマイクロ波、イオン密度、基板バイアスを示す図であり、この図6に示す実施例は、パルス放電における放電停止時間を90%以上とし、多量の負イオンと正イオンが存在する放電停止中のみに600k

Hzの低周波RFバイアスを印加することで正負イオンのみでエッチングを行う例である。例えば、ECRプラズマ等では10μ秒程度の放電時間中に十分な密度の正イオンが生成されるため、その後100μ秒の放電停止を行うことで多量の正負イオンが生成される。この時、600kHzのRF電界を放電OFF時ののみに印加するようすれば、基板には移動度の同じ正負イオンのみ入射し、従来の電子及びイオンの移動度の違いによって発生する電荷蓄積(チャージング)を抑制することが可能である。この実施例から放電用高周波電界は10~100μ秒の範囲のパルス変調がよいことがわかる。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ処理方法によれば、電荷蓄積の無い高速・高選択・異方性エッチングが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を説明するための図。

【図2】アフターグロープラズマ中の負イオンの生成の時間変位を示す図。

【図3】基板バイアス周波数と基板シース電圧(セルフバイアス電圧)の関係を示す図。

【図4】本発明を説明するための図。

【図5】本発明を説明するための図。

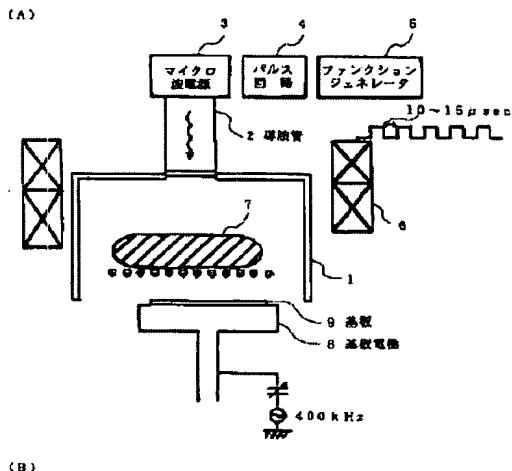
【図6】本発明を説明するための図。

【図7】従来例によるプラズマエッチング装置を説明するための図。

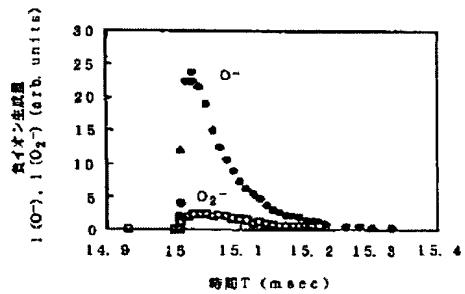
【符号の説明】

- 1 プラズマチャンバ(生成管)
- 2 導波管
- 3 マイクロ波電源
- 4 パルス回路
- 5 ファンクションジェネレータ
- 6 コイル
- 7 プラズマ
- 8 基板電極
- 9 基板
- 601 プラズマ生成室
- 602 反応室
- 603 ソレノイドコイル
- 604 プラズマ引き出し窓
- 605 導波管
- 607 ガス導入口
- 608 マイクロ波
- 609 プラズマ
- 610 基板ホルダ
- 614 エッチング材料(基板)

【図1】

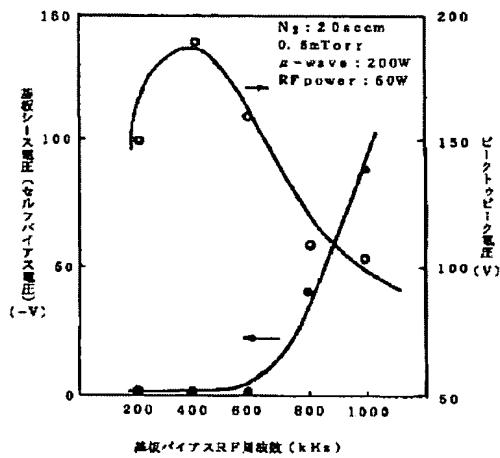


【図2】

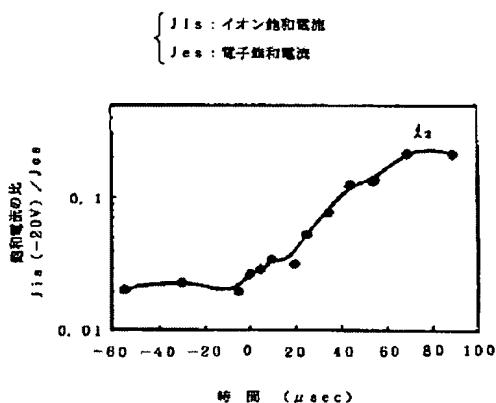


RFパワーOFF後の負イオン電流の時間変化。
($P_{RF} = 0.90\text{ kW}$, $p = 0.47\text{ Pa}$, $T = 15.0\text{ msec}$ に
RFパワーOFF)。

【図3】

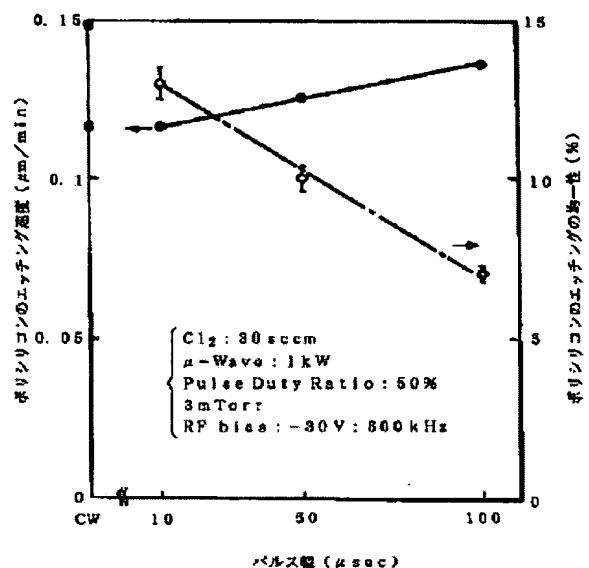


【図4】

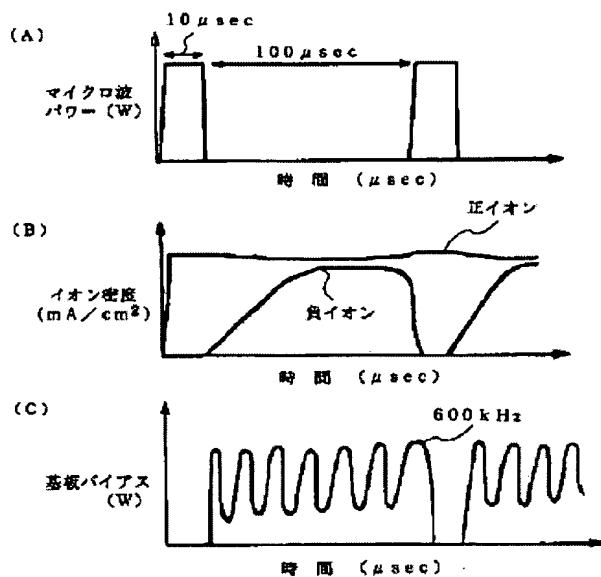


$\left\{ \begin{array}{l} J_{is} : \text{イオン飽和電流} \\ J_{ee} : \text{電子飽和電流} \end{array} \right.$

【図5】



【図6】



【図7】

